

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2002-175824

(43) Date of publication of application : 21.06.2002

(51) Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 8/00

H01M 8/12

(21) Application number : 2000-373858

(71) Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22) Date of filing : 08.12.2000

(72) Inventor : AOYAMA HISASHI

TAKAGI YASUO

KOMATSU HIROSHI

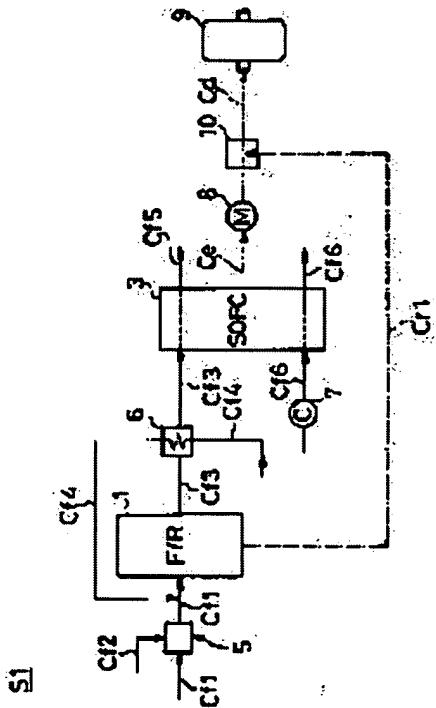
ISHIWATARI KAZUHIKO

(54) POWER SOURCE SYSTEM AND WARMING METHOD OF SOLID OXIDE FUEL CELL IN POWER GENERATION SYSTEM USING SOLID OXIDE FUEL CELL

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve reliability of a power source system, using a solid oxide fuel cell(SOFC) and facilitating warming operation of the SOFC.

SOLUTION: As a means of producing a reformed gas to the SOFC 3, an internal combustion engine (reciprocal type reformer) 1, which operates by the theoretical air fuel ratio and the air fuel ratio in a state thicker than this in fuel is used. At of the warming operation of the SOFC 3, while the reciprocal type reformer 1 is being operated by the theoretical air fuel ratio, its output is made as the output of the system.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the supplement with the warm-up of a solid acid ghost fuel cell and the generation-of-electrical-energy force of a solid acid ghost fuel cell more insufficient in details about the warming-up method of the solid acid ghost fuel cell in the generation-of-electrical-energy system which used the source system of power, and the solid acid ghost fuel cell.

[0002]

[Description of the Prior Art] Before, there are some which adopted the solid acid ghost fuel cell (henceforth "SOFC") as a source of a generation of electrical energy in the source system of power. This SOFC can reform and use original fuels, such as natural gas, a methanol, a gasoline, gas oil, and naphtha, and is excellent in fuel versatility. Since the operating temperature of SOFC is an elevated temperature more than 500 [**], internal refining in an electrode is also possible, but in order for there to be constraint of the construction material of an electrode etc. and to perform refining more efficiently, after equipping the exterior of a cell with a refining machine and reforming a fuel, it is common to lead the obtained reformed gas to the fuel electrode of SOFC (refer to JP,10-214631,A).

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the source system of power which combined conventional external refining and conventional SOFC has a complicated system configuration, and the problem was in reliability. Moreover, SOFC cannot perform a satisfactory generation of electrical energy, before the solid acid ghost has arrived at the temperature region which has sufficient ionic conductivity. For this reason, in order to obtain sufficient power from an early phase after start up, special heat sources, such as a combustor and an electric heater, are needed for warming up of SOFC or a refining machine. In addition, in order to compensate a transient etc. with the generation-of-electrical-energy lack of ability of SOFC until SOFC(s) including the time of start up demonstrate the predetermined generation-of-electrical-energy force, it is necessary to have the rechargeable battery of a considerable amount. If these are added to a system, cost, capacity, weight, etc. will increase and a system configuration will be complicated further.

[0004] This invention is made for the purpose of making it possible, without [of the supplement with insufficient warm-up of SOFC and generation-of-electrical-energy force of SOFC] being accompanied by the above-mentioned disadvantage while offering the simple source system of power using SOFC in view of such the actual condition.

[0005]

[Means for Solving the Problem] For this reason, a source system of power concerning invention according to claim 1 uses a hydrocarbon system Hara fuel as a fuel, and consists of theoretical air fuel ratio and this including the 1st internal combustion engine which switches operation in the ***** condition of a fuel and performs it, and a solid acid ghost fuel cell which accepts this 1st internal combustion engine's combustion generation gas in a fuel electrode side.

[0006] It is characterized by said 1st internal combustion engine operating a source system of power concerning invention according to claim 2 by theoretical air fuel ratio at the time of a warm-up of said solid acid ghost fuel cell. A source system of power concerning invention according to claim 3 is characterized by outputting rotational motion force by said 1st internal combustion engine in the time of said warm-up.

[0007] A source system of power concerning invention according to claim 4 is characterized by preparing a steam feeder which supplies a steam or water to said 1st internal combustion engine. It is characterized by a source system of power concerning invention according to claim 5 driving air supply equipment connected to an air pole side of said solid acid ghost fuel cell, as for said 1st internal combustion engine.

[0008] Said air supply equipment is a reciprocating compressor, and a source system of power concerning invention according to claim 6 is characterized by connecting the driving shaft to said 1st internal combustion engine's output shaft. A source system of power concerning invention according to claim 7 is characterized by equipping non-burning

operation with the 2nd switchable internal combustion engine as said reciprocating compressor.

[0009] A source system of power concerning invention according to claim 8 is characterized by connecting said 2nd internal combustion engine's exhaust port to an air chamber entrance of said solid acid ghost fuel cell. A source system of power concerning invention according to claim 9 is characterized by said 2nd internal combustion engine performing combustion operation at the time of a warm-up of said solid acid ghost fuel cell. A source system of power concerning invention according to claim 10 is equipped with the 3rd internal combustion engine, and is characterized by connecting the inlet port to a combustion chamber outlet of said solid acid ghost fuel cell.

[0010] A source system of power concerning invention according to claim 11 is characterized by connecting said 3rd internal combustion engine's output shaft to said 1st internal combustion engine's output shaft. A source system of power concerning invention according to claim 12 is characterized by forming a fuel supply system which supplies said hydrocarbon system Hara fuel to said 3rd internal combustion engine. A source system of power concerning invention according to claim 13 is characterized by said fuel supply system supplying said hydrocarbon system Hara fuel in any one condition at least at the time of start up, while at a transient and the time of a heavy load.

[0011] The source system of power concerning invention according to claim 14 be a source system of power constitute including a reformed gas generation means and a solid-acid ghost fuel cell which receive in a fuel electrode side reformed gas generated by this means , and while said reformed gas generation means generate reformed gas which use hydrogen and a carbon monoxide as a principal component by combustion under an overfuel , it be characterize by to switch to combustion by theoretical air fuel ratio in predetermined conditions .

[0012] A source system of power concerning invention according to claim 15 is characterized by being said predetermined conditions at the warm-up time of said solid acid ghost fuel cell. A source system of power concerning invention according to claim 16 is characterized by for said reformed gas generation means being a reciprocating mold refining machine, setting at the time of said warm-up, and outputting rotational motion force with this refining machine.

[0013] A warming-up method of a solid acid ghost fuel cell in a generation-of-electrical-energy system using a solid acid ghost fuel cell concerning invention according to claim 17 Usually, while generating reformed gas which sometimes uses hydrogen and a carbon monoxide as a principal component by combustion under an overfuel and leading generated reformed gas to a fuel electrode of a solid acid ghost fuel cell, it considers as the controlling [to combustion by theoretical air fuel ratio]-at time of warm-up of said solid acid ghost fuel cell feature.

[0014]

[Effect of the Invention] According to invention according to claim 1, when a fuel operates the 1st internal combustion engine in the ***** condition from theoretical air fuel ratio, combustion generation gas serves as a presentation suitable for a generation of electrical energy which uses hydrogen (H₂) and a carbon monoxide (CO) as a principal component, and the combustion generation gas of the presentation suitable for such a generation of electrical energy is stabilized by it, and it is offered to a solid acid ghost fuel cell. On the other hand, if the 1st internal combustion engine is operated by theoretical air fuel ratio, a solid acid ghost fuel cell can be promptly heated by the comparatively hot combustion generation gas discharged at this time.

[0015] According to invention according to claim 2, a solid acid ghost fuel cell can be warmed up, without adding special heat sources, such as an electric heater. According to invention according to claim 3, the generation-of-electrical-energy lack of ability of the solid acid ghost fuel cell at the time of a warm-up can be compensated according to the 1st internal combustion engine's rotational motion force, and the power demanded at the time of a warm-up can be told.

[0016] According to invention according to claim 4, the carbon (soot) contained in combustion generation gas can be reduced. Since air can be supplied to a solid acid ghost fuel cell according to invention according to claim 5, without adding the power plant of dedication, construction of the simpleer source system of power is attained.

[0017] According to invention according to claim 6, the simple source system of power is built simply, and the thing of it can be carried out. According to invention according to claim 7, the 2nd internal combustion engine can be operated as a compressor by carrying out non-burning operation, and air can be supplied to a solid acid ghost fuel cell. According to invention according to claim 8, heating of a solid acid ghost fuel cell can be promoted with the exhaust air heat at the time of combustion operation of the 2nd internal combustion engine.

[0018] According to invention according to claim 9, while promoting heating of a solid acid ghost fuel cell with the exhaust air heat from the 2nd internal combustion engine, the generation-of-electrical-energy lack of ability of the solid acid ghost fuel cell at the time of a warm-up is suppliable with the 2nd internal combustion engine's rotational motion force. According to invention according to claim 10, a part of energy [at least] which the unreacted fuel gas discharged from the solid acid ghost fuel cell has with the 3rd internal combustion engine is recoverable as power.

[0019] According to invention according to claim 11, the energy collected by the 3rd internal combustion engine can

be made to reflect in the increase in efficiency of a system. According to invention according to claim 12, the 3rd internal combustion engine's rotational motion force can be heightened easily. According to invention according to claim 13, the stage to supply a hydrocarbon system Hara fuel is rationalized, and a high output is obtained from the 3rd internal combustion engine in the conditions with which it will be necessary to compensate especially the generation-of-electrical-energy lack of ability of a solid acid ghost fuel cell.

[0020] According to invention according to claim 14, since a solid acid ghost fuel cell will accept elevated-temperature gas comparatively when a reformed gas generation means performs combustion by theoretical air fuel ratio, a solid acid ghost fuel cell can be heated promptly. According to invention according to claim 15, a solid acid ghost fuel cell can be warmed up, without adding special heat sources, such as an electric heater.

[0021] According to invention according to claim 16, the generation-of-electrical-energy lack of ability of the solid acid ghost fuel cell at the time of a warm-up can be compensated according to the rotational motion force of a reciprocating mold refining machine, and the power demanded at the time of a warm-up can be told. According to invention concerning claim 17, the generation-of-electrical-energy system which does not need the special heat source for the warm-up of a solid acid ghost fuel cell can be built.

[0022]

[Embodiment of the Invention] Below, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. In addition, in drawing 1 -9, the two-dot chain line shows the electric connection path which is a dashed line about the transfer path of mechanical power as a continuous line in the moving trucking (namely, pipe line) of a fluid, and includes the transmission route of a signal.

[0023] First, the 1st operation gestalt is explained. Drawing 1 shows the outline of the overall configuration of the source system S1 of power concerning this operation gestalt, and this system S1 is using an internal combustion engine (in order to function as a refining machine of a hydrocarbon system Hara fuel so that it may mention later, it has written by F/R by a diagram.) 1, and SOFC (solid acid ghost fuel cell)3 as the main components.

[0024] The air-suction-system path Cf1 connects with an internal combustion engine 1 at the upstream, and the fuel mixing chamber 5 is formed in the middle. Moreover, the fuel-supply path Cf2 has connected with the fuel mixing chamber 5. On the other hand, the combustion generation gas distribution channel Cf3 connected with an internal combustion engine's 1 downstream, and the internal combustion engine 1 and the combustion chamber of SOFC3 are connected to it. The heat exchanger 6 is formed in the middle of the combustion generation gas distribution channel Cf3. The steam supply path Cf4 has connected with a heat exchanger 6, water is supplied from the upstream of a heat exchanger 6, and the steam evaporated by the heat exchange between combustion generation gas (evaporation) flows down-stream, and is led to the air-suction-system path Cf1. Moreover, the exhaust air path Cf5 has connected with the combustion chamber outlet of SOFC3.

[0025] The air distribution channel Cf6 has connected with the air chamber of SOFC3, and by the compressor 7, air is pressurized and it is sent to an air chamber. The power transfer path Ce is formed in SOFC3 between electric motors 8, and the generated output by SOFC3 is supplied to an electric motor 8, and is changed into the rotational motion force in an electric motor 8.

[0026] The output of an electric motor 8 is told to the actuation object (for example, driving wheel in vehicles) 9 through the power transfer path Cd. Moreover, in the middle of the power transfer path Cd, the gearbox 10 is formed, the power transfer path Cr1 is formed between a gearbox 10 and an internal combustion engine 1, and an internal combustion engine's 1 output is told to the actuation object 9 through a gearbox 10.

[0027] Next, this system S1 is explained based on concrete structure. First, an internal combustion engine 1 is explained with reference to drawing 2. Drawing 2 is writing together the connection condition with the circumference element while showing an internal combustion engine's 1 cross section. An internal combustion engine 1 is the so-called reciprocating type which can take out the combustion expansion force of a fuel through the reciprocating motion of a piston 11 as a turning effort of a crankshaft 12 (a dashed line shows by a diagram.) of internal combustion engine.

[0028] Here, the internal combustion engine 1 is used considering generating rather the reformed gas which uses hydrogen (H₂) and a carbon monoxide (CO) as the main components by operation under the overage of a fuel as main objects rather than calling it a power generator (for this reason, by the following explanation, an internal combustion engine 1 is called a "reciprocating mold refining machine"). An internal combustion engine 1 constitutes the reformed gas generation means concerning this invention.

[0029] Also in this system S1, although the working principle of the reciprocating mold refining machine 1 is the same as that of the case where it is generally used as a power generator, suppose that it is explained briefly here. The hydrocarbon system Hara fuel which should be supplied to the reciprocating mold refining machine 1 is stored in the fuel tank which is not illustrated, by the fuel pump 13, has the fuel-supply path Cf2 fed, and is supplied to the fuel mixing chamber 5 from the nozzle 14 (the valve gear based on an electric working principle can be prepared, and it can

constitute so that it may be opened in the timing of arbitration.) of a path end. The supplied fuel is mixed with the air which passes through this, and the ***** gaseous mixture of a fuel is formed.

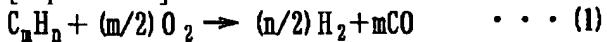
[0030] Moreover, a valve gear 15 can be prepared for the inlet connection of the air-suction-system path Cf1 and the steam supply path Cf4, it can be made to open and close according to the signal from the electronic control unit which does not illustrate this, and a steam can be added now to the gaseous mixture of a fuel and air. By performing addition of a steam according to an air-fuel ratio, the steam-reforming reaction mentioned later is produced and generating of the carbon at the time of combustion can be controlled. In addition, although what is explained here is an example which carries out port injection of the steam, the steam supply path Cf4 may be connected to the fuel mixing chamber 5.

[0031] And the gaseous mixture of a fuel and air (in and the case steam) flows into a combustion chamber (henceforth a "refining room") 17 in response to control by the inlet-side valve gear 16, it is lit in the predetermined compression condition accompanying lifting of a piston 11, and the refining reaction of a fuel occurs. Furthermore, when a piston 12 goes up again after expansion, an aperture and combustion generation gas (namely, reformed gas) are sent out for the blowdown side valve gear 18 to the combustion generation gas distribution channel Cf3. The combustion generation gas which flows the combustion generation gas distribution channel Cf3 joins in the intermediate manifold section, and passes a heat exchanger 6.

[0032] Here, the refining principle of a fuel is explained briefly. The following general formula (1) can explain this principle almost.

[0033]

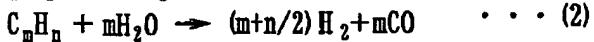
[Equation 1]



[0034] Especially this refining reaction is called a "partial oxidation reaction", and is produced by suitable accommodation with fuel quantity and an air content. Moreover, the next steam-reforming reaction can also be caused by operating a valve gear 15 and making a steam exist in the refining room 17.

[0035]

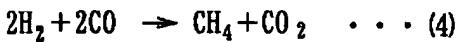
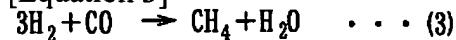
[Equation 2]



[0036] the refining reaction expressed by the top type, simultaneously the reaction expressed with the following two formulas are also performed partly.

[0037]

[Equation 3]



[0038] Based on the principle explained from above general formula (1) - (4), the combustion generation gas obtained by operation under an over[the reciprocating mold refining machine 1] fuel is H₂, CO, and CH₄. It becomes the mixed gas used as the main components. In addition, although the jump-spark-ignition type internal combustion engine was explained as an example as a reciprocating mold refining machine 1, a compression ignition type internal combustion engine can also attain the same object here.

[0039] Next, SOFC3 is explained with reference to drawing 3 . Drawing 3 is the cross section having shown the outline of the internal structure of SOFC3. The solid acid ghost 31 is inserted into the interior of SOFC3, a combustion chamber 32 is formed in 1 side, and the air chamber 33 is formed in the side else. The combustion chamber entrance path 34 which forms the end of the combustion generation gas distribution channel Cf3, and the combustion chamber outlet path 35 which forms the end of the exhaust air path Cf5 have connected with a combustion chamber 32. On the other hand, the air chamber entrance path 36 which forms the end in the air chamber entrance side of the air distribution channel Cf6, and the air chamber outlet path 37 which forms the end in the air chamber outlet side of the air distribution channel Cf6 have connected with an air chamber 33.

[0040] And if combustion generation gas flows into a combustion chamber 32 and air flows into an air chamber 33 when SOFC3 is in actuation conditions (at the time [Namely, usually]), a generation of electrical energy will be performed by operation of the solid acid ghost 31 between a fuel electrode 311 and an air pole 312 according to the amount of the combustion generation gas which flowed. On the other hand, in the state of the low temperature which does not have SOFC(s)3 at the time of start up etc. in a predetermined temperature region (in general more than 500

[**]) under the condition of SOFC3 of not operating, since there is no ionic conductivity of the solid acid ghost 31 or this has not reached even level high enough, the satisfactory generation-of-electrical-energy force cannot be acquired. [0041] This system S1 switches the reciprocating mold refining machine 1 to operation by theoretical air fuel ratio under such conditions. And SOFC3, a heat exchanger 6, etc. are heated by generating comparatively hot combustion generation gas in the reciprocating mold refining machine 1, and passing a heat exchanger 6 and a combustion chamber 32 for this. Therefore, the reciprocating mold refining machine 1 has not only the function as a reformed gas generation means but the function as a warming-up means of a system.

[0042] SOFC3 is fully warmed by operation by the theoretical air fuel ratio of the reciprocating mold refining machine 1, and after arriving at the temperature region which has ionic conductivity with the sufficient solid acid ghost 31, a switch and a generation of electrical energy according the reciprocating mold refining machine 1 to SOFC3 are carried out to operation under an overfuel. On these descriptions, operation which heats SOFC3 even in a predetermined temperature region [condition / low-temperature] in this way is called "warm-up" of SOFC3.

[0043] Next, the 2nd operation gestalt is explained. Drawing 4 shows the outline of the overall configuration of the source system S2 of power concerning this operation gestalt, and has attached the same sign about the component equipped with the same function as the source system S1 of power explained previously. The characteristic configuration of this system S2 is forming the power transfer path Cr2 between the reciprocating mold refining machine 1 and the compressor 7 for supplying air to the air chamber 33 of SOFC3, and having made it drive a compressor 7 with the reciprocating mold refining vessel 1.

[0044] Here, the driving shaft of a compressor 7 is connected with the crankshaft 12 of the reciprocating mold refining machine 1, and the output of the reciprocating mold refining machine 1 is told to a compressor 7. In addition, as both topology, by making a crankshaft 12 and the driving shaft of a compressor 7 into the same axle, a compressor 7 may be connected to a crankshaft end, or power transmission devices (not shown), such as a belt, a chain, and a gearing, may be used for it.

[0045] In addition, as a reciprocating mold refining machine 1, it has an induction-exhaust valve, and when using the thing of a method which drives these valves with the valve train shaft linked to a crankshaft 12, the power for driving a compressor 7 can also be obtained from this valve train shaft. Next, the 3rd operation gestalt is explained. Drawing 5 is writing together the connection condition with the circumference element while showing the cross section of the reciprocating mold refining machine 1 in the source system S3 of power concerning this operation gestalt, and a compressor 7.

[0046] Although the overall basic configuration of this system S3 is the same as the previous source system S2 (drawing 4) of power, the place by which it is characterized especially on the structure is having made the compressor 7 into the both-way formula, and having formed the reciprocating mold refining machine 1 and the compressor 7 for the driving shaft in the cylinder of one as the crankshaft 12 and the same axle of the reciprocating mold refining machine 1. In addition, in this drawing, a sign 71 permits the flow which goes to compression space 72, and the check valve which regulates the flow of the reverse sense, and a sign 73 permit the flow which comes out of compression space 72, and show the check valve which regulates the flow of the reverse sense.

[0047] Next, the 4th operation gestalt is explained. Drawing 6 shows the outline of the overall configuration of source system S4 of power concerning this operation gestalt, and has attached the same sign about the component equipped with the same function as the source system S1 of power explained previously. The characteristic configuration of this system S4 is having formed the internal combustion engine 100 in the middle of the SOFC3 upstream of the air distribution channel Cf6, and having formed the power transfer path Cr3 between this, the reciprocating mold refining machine 1, and the gearbox 10. Thereby, the output of the engine mold refining machine 1 is told to an internal combustion engine 100, and an internal combustion engine's 100 output is also told to reverse to the reciprocating mold refining machine 1. And these outputs are told to a gearbox 10, as a result the actuation object 9 through the power transfer path Cr3. Moreover, the fuel-supply path Cf7 has connected with the air distribution channel Cf6 of the internal combustion engine 100 upstream.

[0048] Drawing 7 is writing together the connection condition with the circumference element while showing the cross section of the reciprocating mold refining machine 1 in this system S4, and an internal combustion engine 100.

Although the reciprocating mold refining machine 1 and an internal combustion engine 100 are good also as another object, the simplification of a system and the increase in efficiency of warming up are in drawing by connecting an internal combustion engine's 100 piston 111 to the crankshaft 12 of the reciprocating mold refining machine 1, and forming the reciprocating mold refining machine 1 and an internal combustion engine 100 in the cylinder of one.

[0049] In this system S4, an electronic control unit (henceforth "ECU") 200 inputs the detecting signal from the temperature sensor 210 installed in the interior of SOFC3 (for example, front face of a fuel electrode 311), and it judges whether SOFC3 should be warmed up. ECU200 emits a command signal based on operating conditions

including this judgment result to the valve gear 21 for fuel supply, the valve gear 15 for steam supply, a gearbox 10, and the valve gear 110 for fuel supply prepared for the inlet connection of the air distribution channel Cf6 and the fuel-supply path Cf7.

[0050] If ECU200 judges it as the time of the warm-up of SOFC3, the open period of a valve gear 21 will be set up so that the gaseous mixture to the reciprocating mold refining machine 1 may serve as theoretical air fuel ratio, and a valve gear 110 will operate, and a fuel will be supplied to an internal combustion engine 100. Therefore, from the reciprocating mold refining machine 1, since comparatively hot combustion generation gas is sent into the combustion chamber 32 of SOFC3 through a heat exchanger 6, it combines and the exhaust gas from an internal combustion engine 100 is sent into the air chamber 33 of SOFC3, heating of SOFC3 is promoted.

[0051] since [in addition,] the end of the fuel-supply path Cf7 for sending the fuel supplied to an internal combustion engine 100 here has connected with the fuel pump 13 downstream of the fuel-supply path Cf2 -- an internal combustion engine 100 -- the fuel for the reciprocating mold refining machine 1 -- the same -- that is, the hydrocarbon system Hara fuel in front of refining is supplied. SOFC3 is fully warmed, it is set up so that the open period of a valve gear 21 may be in the condition that it is [gaseous mixture / to the reciprocating mold refining machine 1] ***** in a fuel, if the warm-up of SOFC3 was completed and ECU200 judges (that is, an open period is extended.), and a valve gear 110 stops.

[0052] Therefore, after warming up of SOFC3 is H2 to SOFC3 from the reciprocating mold refining machine 1. The combustion generation gas which uses CO as a principal component is sent. On the other hand, valve timing is adjusted, and an internal combustion engine 100 functions as a reciprocating compressor, and sends in SOFC3 HE air. For this reason, SOFC3 can perform the usual generation of electrical energy. Next, the 5th operation gestalt is explained. Drawing 8 shows the outline of the overall configuration of the source system S5 of power concerning this operation gestalt, and has attached the same sign about the component equipped with the same function as the source system S1 of power explained previously.

[0053] The characteristic configuration of this system S5 is having stationed the internal combustion engine 150 to the combustion chamber outlet side of SOFC3, and having connected between the inhalation-of-air path Cf8 and the combustion chamber outlet paths 37 in the path Cf9. Moreover, between the compressors 7 of a ***** sake, the power transfer path Cr3 is formed [the internal combustion engine 150, and the reciprocating mold refining machine 1 and a gearbox 10 and a pan] in air at the air chamber 33 of SOFC3. The fuel-supply path Cf7 has connected with the inhalation-of-air path Cf8, and the sign Cf10 in drawing shows the exhaust air path from an internal combustion engine 150 to it.

[0054] Drawing 9 is writing together the connection condition with the circumference element while showing the cross section of the reciprocating mold refining machine 1 in this system S5, and an internal combustion engine 150. Although the reciprocating mold refining machine 1 and an internal combustion engine 150 are good also as another object, like the case of the reciprocating mold refining machine 1 in previous source system S4 of power, and an internal combustion engine 100, they make each crankshaft the same axle and have formed it in the cylinder of one. A sign 161 is the piston of the internal combustion engine 150 which connects with this crankshaft through a connecting rod.

[0055] If it is judged as the time of the warm-up of SOFC3 based on the detecting signal from the temperature sensor 210 installed in SOFC3, ECU200 will be set up so that the gaseous mixture to which the open period of the valve gear 21 for fuel supply is supplied by the reciprocating mold refining machine 1 may serve as theoretical air fuel ratio. The combustion generation gas discharged from the reciprocating mold refining machine 1 at this time is chiefly used for heating of SOFC3 and a heat exchanger 6.

[0056] And the emission gas (many unreacted fuel gas [that refining is carried out] is contained.) from the combustion chamber 32 of SOFC3 joins an internal combustion engine's 150 inhalation-of-air path Cf8 through a path Cf9. An internal combustion engine 150 mainly drives as a fuel the unreacted fuel gas contained in this emission gas at the times other than the time of a warm-up of SOFC3. Here, as for the air-fuel ratio of the gas supplied to an internal combustion engine 150, it is desirable that it is thin to the degree which the nitrogen oxides (NOx) contained in the exhaust gas to the exhaust air path Cf10 become below a predetermined value, and ECU200 controls the valve gear which was prepared in the inhalation-of-air path Cf8 and which is not illustrated, and adjusts an inhalation air content.

[0057] Moreover, the air included in emission gas from the combustion chamber 32 of SOFC3 forms inflammability gaseous mixture in the conditions (such conditions tend to be satisfied at the time of the usual generation of electrical energy) with which a complement is not filled to an internal combustion engine's 150 combustion by controlling the valve gear of said inhalation-of-air path Cf8, and incorporating air. Thus, according to this system S5, the energy which the unreacted fuel gas discharged from SOFC3 has can be collected, and the increase in efficiency of a system can be attained.

[0058] Moreover, the generation-of-electrical-energy lack of ability of SOFC3 is suppliable at a transient and the time of a heavy load with an internal combustion engine's 150 high increase in power by operating the valve gear 110 for fuel supply prepared for the inlet connection of the fuel-supply path Cf7 and the inhalation-of-air path Cf8, and supplying a original fuel to an internal combustion engine 150 at the time of start up of a system. In addition, although the steam had been obtained by the heat exchange of combustion generation gas and water, water may be made to evaporate in the above explanation with the heat which the unreacted fuel gas which came out of the combustion chamber of SOFC3 is burned as other methods, and is obtained.

[0059] Moreover, in this description, strict theoretical air fuel ratio and the air-fuel ratio near theoretical air fuel ratio in the range which can attain the object of this invention shall also be included with "theoretical air fuel ratio."

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS**[Claim(s)]**

[Claim 1] A source system of power constituted including the 1st internal combustion engine which uses a hydrocarbon system Hara fuel as a fuel, and carries out by switching operation in the ***** condition of a fuel from theoretical air fuel ratio and this, and a solid acid ghost fuel cell which accepts this 1st internal combustion engine's combustion generation gas in a fuel electrode side.

[Claim 2] Said 1st internal combustion engine is a source system of power according to claim 1 characterized by operating by theoretical air fuel ratio at the time of a warm-up of said solid acid ghost fuel cell.

[Claim 3] A source system of power according to claim 2 characterized by outputting rotational motion force by said 1st internal combustion engine in the time of said warm-up.

[Claim 4] A source system of power of any one publication of claim 1-3 characterized by preparing a steam feeder which supplies a steam or water to said 1st internal combustion engine.

[Claim 5] Said 1st internal combustion engine is the source system of power of any one publication of claim 1-4 characterized by driving air supply equipment connected to an air pole side of said solid acid ghost fuel cell.

[Claim 6] Said air supply equipment is a source system of power according to claim 5 which is a reciprocating compressor and is characterized by connecting the driving shaft to said 1st internal combustion engine's output shaft.

[Claim 7] A source system of power according to claim 6 characterized by equipping non-burning operation with the 2nd switchable internal combustion engine as said reciprocating compressor.

[Claim 8] A source system of power according to claim 7 characterized by connecting said 2nd internal combustion engine's exhaust port to an air chamber entrance of said solid acid ghost fuel cell.

[Claim 9] Said 2nd internal combustion engine is a source system of power according to claim 8 characterized by performing combustion operation at the time of a warm-up of said solid acid ghost fuel cell.

[Claim 10] A source system of power of any one publication of claim 1-9 characterized by having formed the 3rd internal combustion engine and connecting the inlet port to a combustion chamber outlet of said solid acid ghost fuel cell.

[Claim 11] A source system of power given in claim 10 characterized by connecting said 3rd internal combustion engine's output shaft to said 1st internal combustion engine's output shaft.

[Claim 12] A source system of power according to claim 10 or 11 characterized by forming a fuel supply system which supplies said hydrocarbon system Hara fuel to said 3rd internal combustion engine.

[Claim 13] Said fuel supply system is a source system of power according to claim 12 characterized by supplying said hydrocarbon system Hara fuel in any one condition at least while at a transient and the time of a heavy load at the time of start up.

[Claim 14] It is the source system of power which is a source system of power constitute including a reformed gas generation means and a solid acid ghost fuel cell which receives in a fuel electrode side reformed gas generated by this means , and is characterize by to switch it to combustion by theoretical air fuel ratio in predetermined conditions while said reformed gas generation means generates reformed gas which uses hydrogen and a carbon monoxide as a principal component by combustion under an overfuel .

[Claim 15] Said predetermined conditions are a source system of power according to claim 14 characterized by being at the warm-up time of said solid acid ghost fuel cell.

[Claim 16] Said reformed gas generation means is a source system of power according to claim 14 or 15 characterized by being a reciprocating mold refining machine, setting at the time of said warm-up, and outputting rotational motion force with this refining machine.

[Claim 17] Usually, a warming-up method of a solid acid ghost fuel cell in a generation-of-electrical-energy system using a solid acid ghost fuel cell by which it is controlling [to combustion by theoretical air fuel ratio]-at time of

warm-up of said solid acid ghost fuel cell characterized while generating reformed gas which sometimes uses hydrogen and a carbon monoxide as a principal component by combustion under an overfuel and leading generated reformed gas to a fuel electrode of a solid acid ghost fuel cell.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS**[Brief Description of the Drawings]**

[Drawing 1] Source structure-of-a-system drawing of power concerning the 1st operation gestalt of this invention

[Drawing 2] The cross section of the reciprocating mold refining machine in the source system of power same as the above

[Drawing 3] The block diagram of SOFC (solid acid ghost fuel cell)

[Drawing 4] Source structure-of-a-system drawing of power concerning the 2nd operation gestalt of this invention

[Drawing 5] The concrete block diagram of the reciprocating mold refining machine in the source system of power concerning the 3rd operation gestalt of this invention, and the compressor for air supply

[Drawing 6] Source structure-of-a-system drawing of power concerning the 4th operation gestalt of this invention

[Drawing 7] The concrete block diagram of the internal combustion engine of the reciprocating mold refining machine and this in the source system of power same as the above, and the same axle

[Drawing 8] Source structure-of-a-system drawing of power concerning the 5th operation gestalt of this invention

[Drawing 9] The concrete block diagram of the internal combustion engine of the reciprocating mold refining machine and this in the source system of power same as the above, and the same axle

[Description of Notations]

1 -- Reciprocating mold refining machine

3 -- SOFC (solid acid ghost fuel cell)

5 -- Fuel mixing chamber

6 -- Heat exchanger

7 -- Compressor

8 -- Electric motor

9 -- Actuation object

10 -- Gearbox

100 -- Internal combustion engine

150 -- Internal combustion engine

Cf1 -- Air-suction-system path

Cf2 -- Fuel-supply path

Cf3 -- Combustion generation gas distribution channel

Cf4 -- Steam supply path

Cf5 -- Exhaust air path

Cf6 -- Air distribution channel

Cf7 -- Fuel-supply path

Cf8 -- Inhalation-of-air path

Cf10 -- Exhaust air path

Ce -- Power transfer path

Cd -- Power transfer path

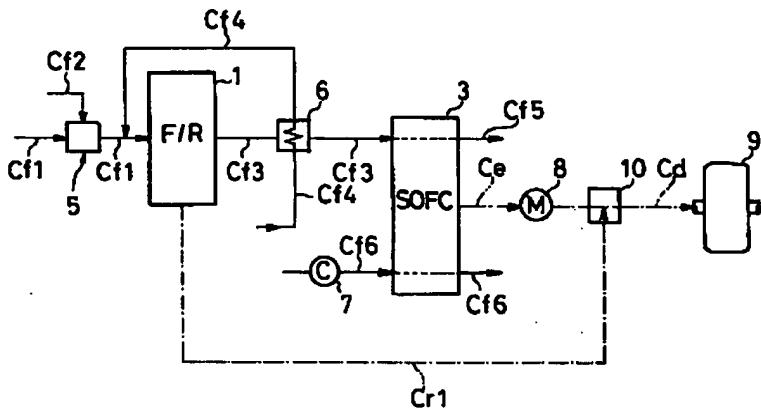
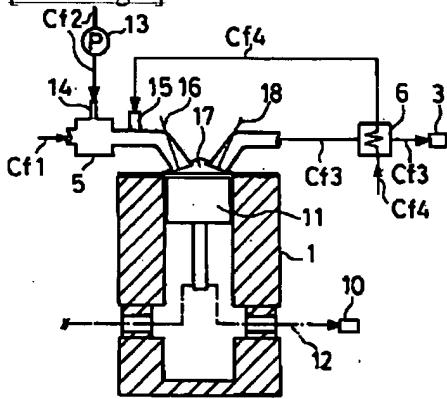
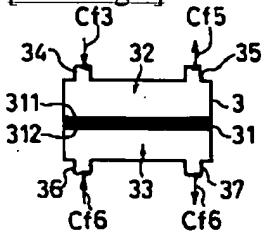
Cr -- Power transfer path

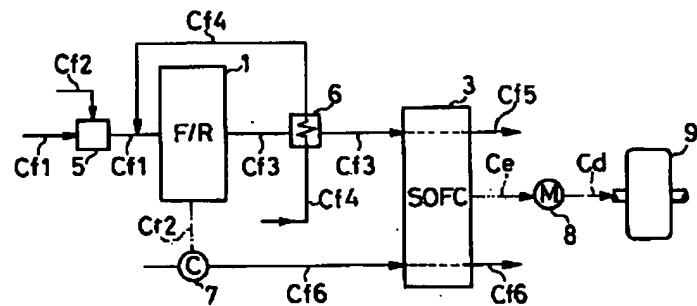
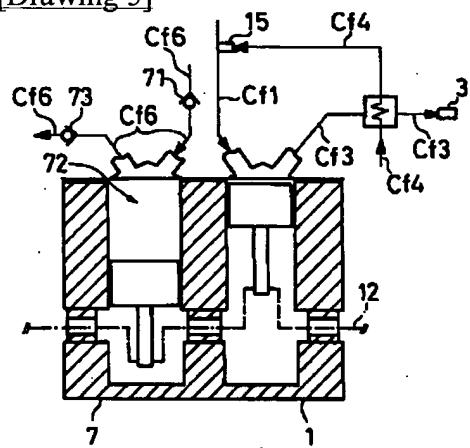
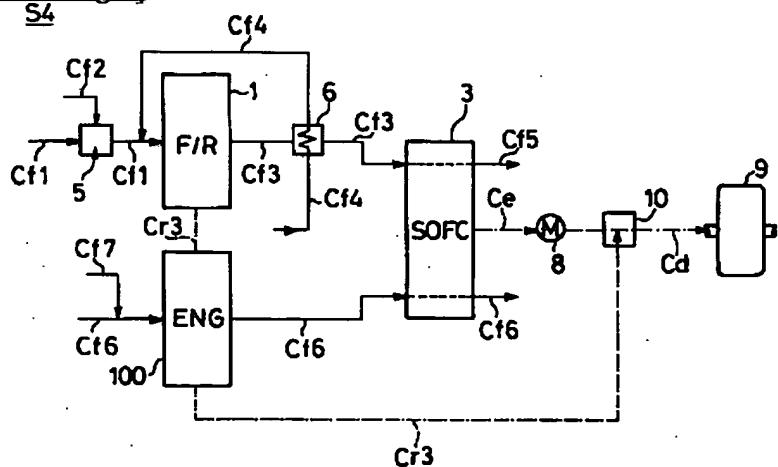
[Translation done.]

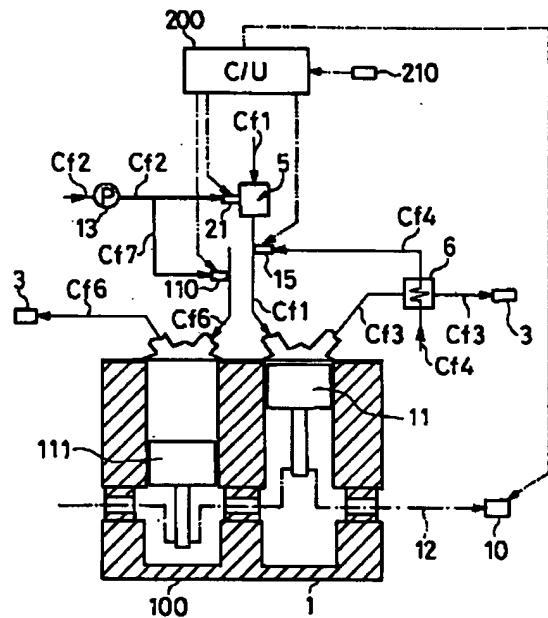
*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

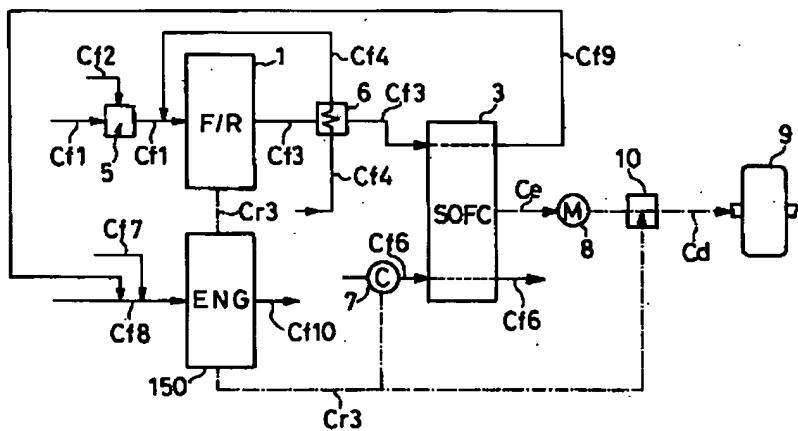
DRAWINGS**[Drawing 1]****S1****[Drawing 2]****[Drawing 3]****[Drawing 4]**

S2[Drawing 5][Drawing 6][Drawing 7]

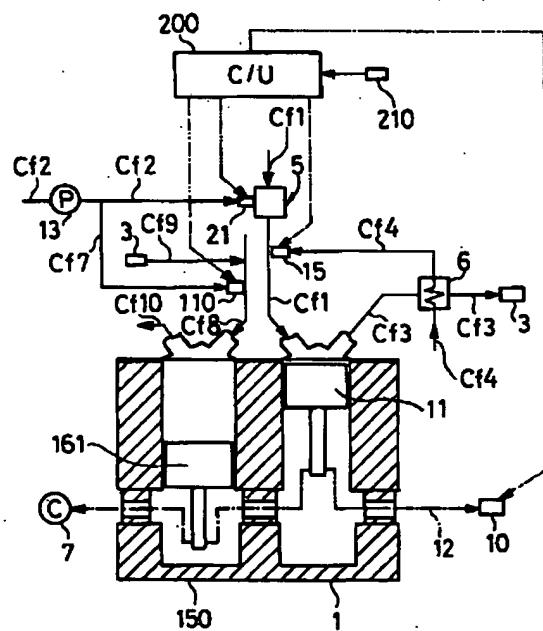


[Drawing 8]

S5



[Drawing 9]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-175824

(P2002-175824A)

(43)公開日 平成14年6月21日(2002.6.21)

(51) Int.Cl.⁷

H 01 M 8/04
8/00
8/12

識別記号

F I

H 01 M 8/04
8/00
8/12

テマコト(参考)
X 5 H 0 2 6
J 5 H 0 2 7
Z

審査請求 未請求 請求項の数17 OL (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2000-373858(P2000-373858)

(22)出願日 平成12年12月8日(2000.12.8)

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 青山 尚志

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72)発明者 高木 錠雄

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(74)代理人 100078330

弁理士 笹島 富三雄

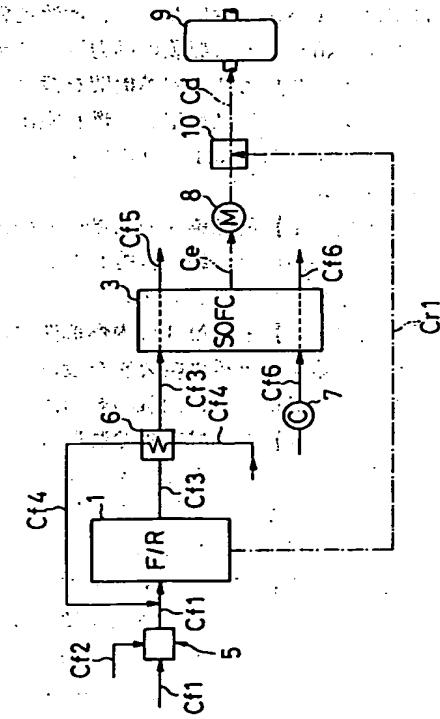
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 動力源システム及び固体酸化物燃料電池を用いた発電システムにおける固体酸化物燃料電池の暖機方法

(57)【要約】

【課題】 固体酸化物燃料電池(SOFC)を用いた動力源システムの信頼性の向上、及びSOFCの暖機運転の容易化を図る。

【解決手段】 SOFC3への改質ガスを作成する手段として、理論空燃比及びこれよりも燃料の過濃な状態の空燃比で運転する内燃機関(レシプロ型改質器)1を用いる。SOFC3の暖機運転時には、レシプロ型改質器1を理論空燃比で運転するとともに、その出力をシステムの出力とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】炭化水素系原燃料を燃料とし、理論空燃比及びこれより燃料の過濃な状態での運転を切り換えて行う第1の内燃機関と、該第1の内燃機関の燃焼生成ガスを燃料極側に受け入れる固体酸化物燃料電池と、を含んで構成される動力源システム。

【請求項2】前記第1の内燃機関は、前記固体酸化物燃料電池の暖機運転時において、理論空燃比で運転することを特徴とする請求項1に記載の動力源システム。

【請求項3】前記暖機運転時において、前記第1の内燃機関による回転動力を出力することを特徴とする請求項2に記載の動力源システム。

【請求項4】前記第1の内燃機関に水蒸気若しくは水を供給する水蒸気供給装置を設けたことを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載の動力源システム。

【請求項5】前記第1の内燃機関は、前記固体酸化物燃料電池の空気極側に接続された空気供給装置を駆動することを特徴とする請求項1～4のいずれか1つに記載の動力源システム。

【請求項6】前記空気供給装置は往復式圧縮機であり、その駆動軸を前記第1の内燃機関の出力軸に接続したことを特徴とする請求項5に記載の動力源システム。

【請求項7】前記往復式圧縮機として、非燃焼運転に切換可能な第2の内燃機関を備えることを特徴とする請求項6に記載の動力源システム。

【請求項8】前記第2の内燃機関の排気ポートを、前記固体酸化物燃料電池の空気室入口に接続したことを特徴とする請求項7に記載の動力源システム。

【請求項9】前記第2の内燃機関は、前記固体酸化物燃料電池の暖機運転時において、燃焼運転を行うことを特徴とする請求項8に記載の動力源システム。

【請求項10】第3の内燃機関を設け、その吸気ポートを前記固体酸化物燃料電池の燃料室出口に接続したことを特徴とする請求項1～9のいずれか1つに記載の動力源システム。

【請求項11】前記第3の内燃機関の出力軸を、前記第1の内燃機関の出力軸に接続したことを特徴とする請求項10に記載の動力源システム。

【請求項12】前記第3の内燃機関に前記炭化水素系原燃料を供給する燃料供給装置を設けたことを特徴とする請求項10又は11に記載の動力源システム。

【請求項13】前記燃料供給装置は、始動時、過渡時及び高負荷時のうち少なくともいずれか1つの条件において、前記炭化水素系原燃料を供給することを特徴とする請求項12に記載の動力源システム。

【請求項14】改質ガス生成手段と、該手段によって生成された改質ガスを燃料極側に受け入れる固体酸化物燃料電池と、を含んで構成される動力源システムであって、前記改質ガス生成手段は、燃料過剩下での燃焼によ

って水素と一酸化炭素とを主成分とする改質ガスを生成する一方、所定の条件において、理論空燃比での燃焼に切り換えることを特徴とする動力源システム。

【請求項15】前記所定の条件は、前記固体酸化物燃料電池の暖機運転時であることを特徴とする請求項14に記載の動力源システム。

【請求項16】前記改質ガス生成手段はレシプロ型改質器であり、前記暖機運転時において、該改質器による回転動力を出力することを特徴とする請求項14又は15に記載の動力源システム。

【請求項17】通常時において、燃料過剩下での燃焼によって水素と一酸化炭素とを主成分とする改質ガスを生成し、生成された改質ガスを固体酸化物燃料電池の燃料極に導く一方、前記固体酸化物燃料電池の暖機運転時において、理論空燃比での燃焼に制御すること特徴とする固体酸化物燃料電池を用いた発電システムにおける固体酸化物燃料電池の暖機方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、動力源システム及び固体酸化物燃料電池を用いた発電システムにおける固体酸化物燃料電池の暖機方法に関し、より詳細には、固体酸化物燃料電池の暖機運転、及び固体酸化物燃料電池の発電力不足の補充に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、動力源システムにおける発電源として、固体酸化物燃料電池（以下「S O F C」ともいう。）を採用したものがいる。このS O F Cは、天然ガス、メタノール、ガソリン、軽油、ナフサなどの原燃料を改質して使用することができ、燃料多様性に優れている。S O F Cの作動温度は500 [℃]以上の高温であるため、電極での内部改質も可能ではあるが、電極の材質の制約などがあり、改質をより効率的に行うには、電池の外部に改質器を備え、燃料を改質した後に、得られた改質ガスをS O F Cの燃料極に導くのが一般的である（特開平10-214631号公報参照）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の外部改質とS O F Cとを組み合わせた動力源システムは、システム構成が複雑であり、信頼性に問題があった。また、S O F Cは、固体酸化物が充分なイオン伝導度を有する温度域に達していないうちは満足な発電を行うことができない。このため、始動後早い段階から充分な動力を得るには、S O F Cや改質器の暖機用に、燃焼器や電気ヒータなどの特別な熱源が必要となる。加えて、始動時を含めS O F Cが所定の発電力を発揮するまでの間や過渡時などにS O F Cの発電力不足を補うには、相当量の2次電池を備える必要もある。これらをシステムに付加すれば、コスト、容積、重量などが増大し、またシステム構成が一層複雑化する。

【0004】本発明は、このような実状に鑑み、SOF_Cを用いたシンプルな動力源システムを提供するとともに、SOF_Cの暖機運転及びSOF_Cの発電力不足の補充を、上記の不利を伴わずに可能とすることを目的としてなされたものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】このため、請求項1に記載の発明に係る動力源システムは、炭化水素系原燃料を燃料とし、理論空燃比及びこれより燃料の過濃な状態での運転を切り換えて行う第1の内燃機関と、該第1の内燃機関の燃焼生成ガスを燃料極側に受け入れる固体酸化物燃料電池と、を含んで構成される。

【0006】請求項2に記載の発明に係る動力源システムは、前記第1の内燃機関は、前記固体酸化物燃料電池の暖機運転時において、理論空燃比で運転することを特徴とする。請求項3に記載の発明に係る動力源システムは、前記暖機運転時において、前記第1の内燃機関による回転動力を出力することを特徴とする。

【0007】請求項4に記載の発明に係る動力源システムは、前記第1の内燃機関に水蒸気若しくは水を供給する水蒸気供給装置を設けたことを特徴とする。請求項5に記載の発明に係る動力源システムは、前記第1の内燃機関は、前記固体酸化物燃料電池の空気極側に接続された空気供給装置を駆動することを特徴とする。

【0008】請求項6に記載の発明に係る動力源システムは、前記空気供給装置は往復式圧縮機であり、その駆動軸を前記第1の内燃機関の出力軸に接続したことを特徴とする。請求項7に記載の発明に係る動力源システムは、前記往復式圧縮機として、非燃焼運転に切換可能な第2の内燃機関を備えることを特徴とする。

【0009】請求項8に記載の発明に係る動力源システムは、前記第2の内燃機関の排気ポートを、前記固体酸化物燃料電池の空気室入口に接続したことを特徴とする。請求項9に記載の発明に係る動力源システムは、前記第2の内燃機関は、前記固体酸化物燃料電池の暖機運転時において、燃焼運転を行うことを特徴とする。請求項10に記載の発明に係る動力源システムは、第3の内燃機関を備え、その吸気ポートを前記固体酸化物燃料電池の燃料室出口に接続したことを特徴とする。

【0010】請求項11に記載の発明に係る動力源システムは、前記第3の内燃機関の出力軸を、前記第1の内燃機関の出力軸に接続したことを特徴とする。請求項12に記載の発明に係る動力源システムは、前記第3の内燃機関に前記炭化水素系原燃料を供給する燃料供給装置を設けたことを特徴とする。請求項13に記載の発明に係る動力源システムは、前記燃料供給装置は、始動時、過渡時及び高負荷時のうち少なくともいずれか1つの条件において、前記炭化水素系原燃料を供給することを特徴とする。

【0011】請求項14に記載の発明に係る動力源シス

テムは、改質ガス生成手段と、該手段によって生成された改質ガスを燃料極側に受け入れる固体酸化物燃料電池と、を含んで構成される動力源システムであって、前記改質ガス生成手段は、燃料過剩下での燃焼によって水素と一酸化炭素とを主成分とする改質ガスを生成する一方、所定の条件において、理論空燃比での燃焼に切り換えることを特徴とする。

【0012】請求項15に記載の発明に係る動力源システムは、前記所定の条件は、前記固体酸化物燃料電池の暖機運転時であることを特徴とする。請求項16に記載の発明に係る動力源システムは、前記改質ガス生成手段はレシプロ型改質器であり、前記暖機運転時において、該改質器による回転動力を出力することを特徴とする。

【0013】請求項17に記載の発明に係る固体酸化物燃料電池を用いた発電システムにおける固体酸化物燃料電池の暖機方法は、通常時において、燃料過剩下での燃焼によって水素と一酸化炭素とを主成分とする改質ガスを生成し、生成された改質ガスを固体酸化物燃料電池の燃料極に導く一方、前記固体酸化物燃料電池の暖機運転時において、理論空燃比での燃焼に制御すること特徴とする。

【0014】

【発明の効果】請求項1に記載の発明によれば、第1の内燃機関を理論空燃比より燃料が過濃な状態で運転することにより、燃焼生成ガスは、水素(H₂)と一酸化炭素(CO)とを主成分とする、発電に適した組成となり、固体酸化物燃料電池へは、このような発電に適した組成の燃焼生成ガスが安定して提供される。一方、第1の内燃機関を理論空燃比で運転すれば、このときに排出される比較的高温の燃焼生成ガスにより、固体酸化物燃料電池を迅速に加熱することができる。

【0015】請求項2に記載の発明によれば、電気ヒータなどの特別な熱源を付加することなく、固体酸化物燃料電池の暖機運転を行うことができる。請求項3に記載の発明によれば、暖機運転時における固体酸化物燃料電池の発電力不足を第1の内燃機関の回転動力によって補い、暖機運転時において要求される動力を伝えることができる。

【0016】請求項4に記載の発明によれば、燃焼生成ガスに含まれるカーボン(煤)を減らすことができる。請求項5に記載の発明によれば、専用の動力装置を付加することなく、固体酸化物燃料電池に空気を供給することができるため、よりシンプルな動力源システムの構築が可能となる。

【0017】請求項6に記載の発明によれば、シンプルな動力源システムを簡単に構築することできる。請求項7に記載の発明によれば、第2の内燃機関を非燃焼運転させることで圧縮機として機能させ、固体酸化物燃料電池に空気を供給することができる。請求項8に記載の発明によれば、第2の内燃機関の燃焼運転時において、そ

の排気熱によって固体酸化物燃料電池の加熱を促進することができる。

【0018】請求項9に記載の発明によれば、第2の内燃機関からの排気熱によって固体酸化物燃料電池の加熱を促進するとともに、暖機運転時における固体酸化物燃料電池の発電力不足を、第2の内燃機関の回転動力によって補うことができる。請求項10に記載の発明によれば、第3の内燃機関により、固体酸化物燃料電池から排出された未反応燃料ガスのもつエネルギーの少なくとも一部を、動力として回収することができる。

【0019】請求項11に記載の発明によれば、第3の内燃機関によって回収されたエネルギーを、システムの効率化に反映させることができる。請求項12に記載の発明によれば、第3の内燃機関の回転動力を簡単に高めることができる。請求項13に記載の発明によれば、炭化水素系原燃料を供給する時期が適正化され、固体酸化物燃料電池の発電力不足を特に補う必要が生じる条件において第3の内燃機関から高い出力が得られる。

【0020】請求項14に記載の発明によれば、改質ガス生成手段が理論空燃比での燃焼を行うことにより、固体酸化物燃料電池は、比較的高温ガスを受け入れることになるため、固体酸化物燃料電池を迅速に加熱することができる。請求項15に記載の発明によれば、電気ヒータなどの特別な熱源を付加することなく、固体酸化物燃料電池の暖機運転を行うことができる。

【0021】請求項16に記載の発明によれば、暖機運転時における固体酸化物燃料電池の発電力不足をレシプロ型改質器の回転動力によって補い、暖機運転時において要求される動力を伝えることができる。請求項17に係る発明によれば、固体酸化物燃料電池の暖機運転のための特別な熱源を必要としない発電システムを構築することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下に、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。なお、図1～9において、流体の移動経路（すなわち、配管系）を実線で、機械的な動力の伝達経路を1点鎖線で、また信号の伝送経路を含む電気的な接続経路を2点鎖線で示している。

【0023】まず、第1の実施形態について説明する。図1は、本実施形態に係る動力源システムS1の全体的な構成の概略を示したものであり、本システムS1は、内燃機関（後述するように、炭化水素系原燃料の改質器として機能するため、図ではF/Rで表記している。）1とSOFC（固体酸化物燃料電池）3とを主な構成要素としている。

【0024】内燃機関1には、上流側に空気吸入経路Cf1が接続し、その途中に燃料混合室5が形成されている。また、燃料混合室5には、燃料供給経路Cf2が接続している。一方、内燃機関1の下流側には、燃焼生成ガス流通経路Cf3が接続し、内燃機関1とSOFC3

の燃料室とを接続している。燃焼生成ガス流通経路Cf3の途中には、熱交換器6が設けられている。熱交換器6には、水蒸気供給経路Cf4が接続しており、熱交換器6の上流から水が供給され、燃焼生成ガスとの間の熱交換によって気化（蒸発）した水蒸気が下流に流れて空気吸入経路Cf1に導かれるようになっている。また、SOFC3の燃料室出口には、排気経路Cf5が接続している。

【0025】SOFC3の空気室には、空気流通経路Cf6が接続しており、圧縮機7によって空気が加圧され、空気室に送られるようになっている。SOFC3には、電気モータ8との間に電力伝達経路Ceが形成されており、SOFC3による発電電力は電気モータ8に供給され、電気モータ8において回転動力に変換される。

【0026】電気モータ8の出力は、動力伝達経路Cdを介して駆動対象物（例えば、車両における駆動輪）9に伝えられる。また、動力伝達経路Cdの途中には、ギアボックス10が設けられており、ギアボックス10と内燃機関1との間に動力伝達経路Cr1が形成され、内燃機関1の出力が、ギアボックス10を介して駆動対象物9に伝えられるようになっている。

【0027】次に、本システムS1について、具体的な構造を基に説明する。まず、図2を参照して、内燃機関1について説明する。図2は、内燃機関1の断面図を示すとともに、その周辺要素との接続状態を併記している。内燃機関1は、燃料の燃焼膨張力をピストン11の往復運動を介してクランクシャフト12（図では、1点鎖線で示す。）の回転力として取り出すことができる、いわゆるレシプロ型の内燃機関である。

【0028】ここでは、内燃機関1は、動力発生装置というよりは、むしろ、燃料の過剰供給下での運転によって水素(H₂)と一酸化炭素(CO)とを主な成分とする改質ガスを生成することを主な目的として用いられている（このため、以下の説明では、内燃機関1を「レシプロ型改質器」と呼ぶ。）。内燃機関1は、本発明に係る改質ガス生成手段を構成する。

【0029】レシプロ型改質器1の作動原理は、本システムS1においても、動力発生装置として一般的に使用される場合と同様であるが、ここで簡単に説明することとする。レシプロ型改質器1に供給されるべき炭化水素系原燃料は、図示しない燃料タンクに貯蔵されており、燃料ポンプ13によって燃料供給経路Cf2を圧送され、経路末端のノズル14（電気的な作動原理に基づく弁装置を設けて、任意のタイミングにおいて開放されるように構成することができる。）から燃料混合室5に供給される。供給された燃料は、ここを通過する空気と混合し、燃料の過濃な混合気が形成される。

【0030】また、空気吸入経路Cf1と水蒸気供給経路Cf4との接続部に弁装置15が設けられ、これを図示しない電子制御ユニットからの信号に応じて開閉さ

用いたものであってもよい。

【0045】なお、レシプロ型改質器1として、吸排気弁を持ち、これらの弁をクランクシャフト12と接続する動弁軸によって駆動する方式のものを使用する場合には、この動弁軸から圧縮機7を駆動するための動力を得ることもできる。次に、第3の実施形態について説明する。図5は、本実施形態に係る動力源システムS3におけるレシプロ型改質器1及び圧縮機7の断面図を示すとともに、その周辺要素との接続状態を併記している。

【0046】本システムS3の全体的な基本構成は、先の動力源システムS2(図4)と同じであるが、その構造上特に特徴とするところは、圧縮機7を往復式とし、その駆動軸をレシプロ型改質器1のクランクシャフト12と同軸として、レシプロ型改質器1と圧縮機7とを一体のシリンダ内に形成したことである。なお、同図において、符号71は、圧縮室72へ向かう流れを許容し、その反対向きの流れを規制する逆止弁、また符号73は、圧縮室72から出る流れを許容し、その反対向きの流れを規制する逆止弁を示している。

【0047】次に、第4の実施形態について説明する。図6は、本実施形態に係る動力源システムS4の全体的な構成の概略を示したものであり、先に説明した動力源システムS1と同じ機能を備える構成要素については、同じ符号を付してある。

本システムS4の特徴的な構成は、空気流通経路Cf6のSOFc3上流側の途中に内燃機関100を設け、これとレシプロ型改質器1及びギアボックス10との間に動力伝達経路Cr3を形成したことである。これにより、エンジン型改質器1の出力が内燃機関100に伝えられ、また逆に内燃機関100の出力もレシプロ型改質器1へ伝えられるようになっていく。そして、これらの出力は、動力伝達経路Cr3を介してギアボックス10、延いては駆動対象物9に伝えられる。また、内燃機関100上流側の空気流通経路Cf6には、燃料供給経路Cf7が接続している。

【0048】図7は、本システムS4におけるレシプロ型改質器1及び内燃機関100の断面図を示すとともに、その周辺要素との接続状態を併記している。レシプロ型改質器1と内燃機関100とは、別体としてもよいが、内燃機関100のピストン111をレシプロ型改質器1のクランクシャフト12に接続し、レシプロ型改質器1と内燃機関100とを一体のシリンダ内に形成することにより、システムの簡素化及び暖機の効率化を図っている。

【0049】本システムS4において、電子制御ユニット(以下「ECU」という。)200は、SOFc3の内部(例えば、燃料極311の表面)に設置された温度センサ210からの検出信号を入力し、SOFc3の暖機運転をすべきか否かを判定する。ECU200は、この判定結果を含めた運転条件を基に、燃料供給用弁装置21、水蒸気供給用弁装置15、ギアボックス10、及

び空気流通経路Cf6と燃料供給経路Cf7との接続部に設けられた燃料供給用弁装置110に、指令信号を発する。

【0050】ECU200がSOFc3の暖機運転時と判断すると、弁装置21の開期間は、レシプロ型改質器1への混合気が理論空燃比となるように設定され、また、弁装置110が作動して、内燃機関100へ燃料が供給される。従って、レシプロ型改質器1からは、比較的高温の燃焼生成ガスが熱交換器6を介してSOFc3の燃料室32に送り込まれ、併せて、内燃機関100からの排気ガスがSOFc3の空気室33に送り込まれるため、SOFc3の加熱が促進される。

【0051】なお、ここでは、内燃機関100に供給される燃料を送るための燃料供給経路Cf7の一端が、燃料供給経路Cf2の燃料ポンプ13下流側に接続しているため、内燃機関100へは、レシプロ型改質器1の燃料と同じ、すなわち、改質前の炭化水素系原燃料が供給される。SOFc3が充分に暖められ、ECU200がSOFc3の暖機運転が完了した判断すると、弁装置21の開期間は、レシプロ型改質器1への混合気が燃料の過濃な状態となるように設定され(すなわち、開期間が延長される。)、また、弁装置110は、停止する。

【0052】従って、SOFc3の暖機後は、レシプロ型改質器1からSOFc3へは、H₂とCO₂を主成分とする燃焼生成ガスが送られる。一方、内燃機関100は、バルブタイミングが調整されて往復式圧縮機として機能し、SOFc3へ空気を送り込む。このため、SOFc3は、通常の発電を行うことができる。次に、第5の実施形態について説明する。図8は、本実施形態に係る動力源システムS5の全体的な構成の概略を示したものであり、先に説明した動力源システムS1と同じ機能を備える構成要素については、同じ符号を付してある。

【0053】本システムS5の特徴的な構成は、SOFc3の燃料室出口側に内燃機関150を配置し、その吸気経路Cf8と燃料室出口通路37との間を、経路Cf9で接続したことである。また、内燃機関150と、レシプロ型改質器1及びギアボックス10、さらにSOFc3の空気室33に空気を供給するための圧縮機7との間には、動力伝達経路Cr3が形成されている。吸気経路Cf8には、燃料供給経路Cf7が接続しており、図中符号Cf10は、内燃機関150からの排気経路を示している。

【0054】図9は、本システムS5におけるレシプロ型改質器1及び内燃機関150の断面図を示すとともに、その周辺要素との接続状態を併記している。レシプロ型改質器1と内燃機関150とは、別体としてもよいが、先の動力源システムS4におけるレシプロ型改質器1と内燃機関100の場合と同様に、それぞれのクランクシャフトを同軸とし、一体のシリンダ内に形成している。符号161は、コンロッドを介してこのクランクシ

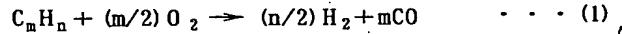
せ、燃料と空気との混合気に水蒸気を添加することができるようになっている。水蒸気の添加は、空燃比に応じて行うことにより、後述する水蒸気改質反応を生じさせて、燃焼時におけるカーボンの発生を抑制することができる。なお、ここで説明するのは、水蒸気をポート噴射する例であるが、水蒸気供給経路Cf4は、燃料混合室5に接続してもよい。

【0031】そして、燃料、空気（及び場合によっては水蒸気）の混合気は、吸入側弁装置16による制御を受けて燃焼室（以下「改質室」という。）17に流入し、ピストン11の上昇に伴う所定の圧縮状態において点火され、燃料の改質反応が起こる。さらに、膨張後再びピストン12が上昇するときに排出側弁装置18が開き、燃焼生成ガス（すなわち、改質ガス）が燃焼生成ガス流通経路Cf3に送り出される。燃焼生成ガス流通経路Cf3を流れる燃焼生成ガスは、途中のマニフォールド部において合流し、熱交換器6を通過する。

【0032】ここで、燃料の改質原理について簡単に説明する。この原理は、次の一般式（1）によって大方説明することができる。

【0033】

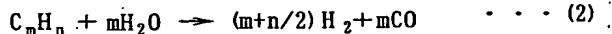
【数1】



【0034】この改質反応は、特に「部分酸化反応」と呼ばれ、燃料量と空気量との適切な調節によって生じるものである。また、弁装置15を作動させて改質室17に水蒸気を存在させることにより、次の水蒸気改質反応を起こすこともできる。

【0035】

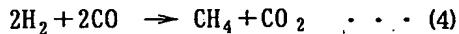
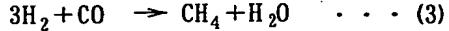
【数2】



【0036】上式によって表される改質反応と同時に、次の2式で表される反応も一部で行われる。

【0037】

【数3】



【0038】以上的一般式（1）～（4）から説明される原理に基づいて、レシプロ型改質器1の燃料過剰下での運転によって得られる燃焼生成ガスは、H₂、CO、CH₄を主な成分とする混合ガスとなる。なお、ここでは、レシプロ型改質器1として火花点火式内燃機関を例として説明したが、圧縮着火式内燃機関によても同様な目的を達成することができる。

【0039】次に、図3を参照して、SOFC3について説明する。図3は、SOFC3の内部構造の概略を示した断面図である。SOFC3の内部には、固体酸化物

31を挟んで、一側に燃料室32が、また他側に空気室33が形成されている。燃料室32には、燃焼生成ガス流通経路Cf3の末端を形成する燃料室入口通路34と、排気経路Cf5の末端を形成する燃料室出口通路35とが接続している。一方、空気室33には、空気流通経路Cf6の空気室入口側における末端を形成する空気室入口通路36と、空気流通経路Cf6の空気室出口側における末端を形成する空気室出口通路37とが接続している。

【0040】そして、SOFC3が作動条件にある場合（すなわち、通常時）には、燃焼生成ガスが燃料室32に流入し、また空気が空気室33に流入すると、燃料極311と空気極312との間ににおける固体酸化物31の作用により、流入した燃焼生成ガスの量に応じて発電が行われる。一方、SOFC3の非作動条件下、すなわち始動時などのSOFC3が所定の温度域（概ね、500[℃]以上）にない低温状態では、固体酸化物31のイオン伝導度がないか又はこれが充分に高いレベルにまで達していないため、満足な発電力を得ることができない。

【0041】本システムS1は、このような条件のもとでレシプロ型改質器1を理論空燃比での運転に切り換える。そして、レシプロ型改質器1において比較的の高温の燃焼生成ガスを発生させ、これを熱交換器6及び燃料室32を通過させることにより、SOFC3や熱交換器6などを加熱する。従って、レシプロ型改質器1は、改質ガス生成手段としての機能だけでなく、システムの暖機手段としての機能も兼ね備えている。

【0042】レシプロ型改質器1の理論空燃比での運転によってSOFC3が充分に暖められ、固体酸化物31が充分なイオン伝導度を有する温度域に到達した後は、レシプロ型改質器1を燃料過剰下での運転に切り換え、SOFC3による発電を行う。本明細書では、このようにSOFC3を低温状態から所定の温度域にまで加熱する運転を、SOFC3の「暖機運転」という。

【0043】次に、第2の実施形態について説明する。図4は、本実施形態に係る動力源システムS2の全体的な構成の概略を示したものであり、先に説明した動力源システムS1と同じ機能を備える構成要素については、同じ符号を付してある。本システムS2の特徴的な構成は、レシプロ型改質器1と、SOFC3の空気室33へ空気を供給するための圧縮機7との間に動力伝達経路Cr2を形成し、圧縮機7をレシプロ型改質器1によって駆動するようにしたことである。

【0044】ここで、圧縮機7の駆動軸は、レシプロ型改質器1のクランクシャフト12と接続されており、レシプロ型改質器1の出力が圧縮機7に伝えられるようになっている。なお、両者の接続形態としては、クランクシャフト12と圧縮機7の駆動軸とを同軸として、クランクシャフト12末端に圧縮機7を接続したり、またはベルト、チェーン、歯車などの動力伝達機構（図示せず）を

ヤフトと接続する内燃機関150のピストンである。

【0055】ECU200は、SOFC3に設置された温度センサ210からの検出信号を基にSOFC3の暖機運転時と判断すると、燃料供給用弁装置21の開期間を、レシプロ型改質器1に供給される混合気が理論空燃比となるように設定する。このときにレシプロ型改質器1から排出される燃焼生成ガスは、専らSOFC3及び熱交換器6の加熱のために用いられる。

【0056】そして、SOFC3の燃料室32からの排出ガス（改質されたままの未反応燃料ガスが多く含まれている。）は、経路Cf9を介して内燃機関150の吸気経路Cf8に合流する。内燃機関150は、主にSOFC3の暖機運転時以外のときに、この排出ガスに含まれる未反応燃料ガスを燃料として駆動する。ここで、内燃機関150に供給されるガスの空燃比は、排気経路Cf10への排気ガスに含まれる窒素酸化物（NO_x）が所定値以下となる程度に希薄であるのが好ましく、ECU200は、吸気経路Cf8に設けられた図示しない弁装置を制御して、吸入空気量を調節する。

【0057】また、SOFC3の燃料室32からの排出ガスに含まれる空気が、内燃機関150の燃焼に必要な量を満たさない条件（このような条件は、通常の発電時において成立する傾向がある。）において、前記吸気経路Cf8の弁装置を制御して空気を取り込むことにより、可燃な混合気を形成する。このように、本システムS5によれば、SOFC3から排出される未反応燃料ガスのもつエネルギーを回収し、システムの効率化を図ることができる。

【0058】また、システムの始動時、過渡時及び高負荷時には、燃料供給経路Cf7と吸気経路Cf8との接続部に設けられた燃料供給用弁装置110を作動して、内燃機関150に原燃料をも供給することにより、SOFC3の発電力不足を内燃機関150の高出力化によって補うことができる。なお、以上の説明では、燃焼生成ガスと水との熱交換によって水蒸気を得ていたが、他の方法として、SOFC3の燃料室から出た未反応燃料ガスを燃焼させて得られる熱により、水を気化させてもよい。

【0059】また、本明細書において、「理論空燃比」とは、厳密な理論空燃比のみに限らず、本発明の目的を達成することができる範囲で理論空燃比に近い空燃比をも含むものとする。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る動力源システムの構成図

【図2】同上動力源システムにおけるレシプロ型改質器の断面図

【図3】SOFC（固体酸化物燃料電池）の構成図

【図4】本発明の第2の実施形態に係る動力源システムの構成図

【図5】本発明の第3の実施形態に係る動力源システムにおけるレシプロ型改質器及び空気供給用圧縮機の具体的な構成図

【図6】本発明の第4の実施形態に係る動力源システムの構成図

【図7】同上動力源システムにおけるレシプロ型改質器及びこれと同軸の内燃機関の具体的な構成図

【図8】本発明の第5の実施形態に係る動力源システムの構成図

【図9】同上動力源システムにおけるレシプロ型改質器及びこれと同軸の内燃機関の具体的な構成図

20 【符号の説明】

1…レシプロ型改質器

3…SOFC（固体酸化物燃料電池）

5…燃料混合室

6…熱交換器

7…圧縮機

8…電気モータ

9…駆動対象物

10…ギアボックス

100…内燃機関

150…内燃機関

Cf1…空気吸入経路

Cf2…燃料供給経路

Cf3…燃焼生成ガス流通経路

Cf4…水蒸気供給経路

Cf5…排気経路

Cf6…空気流通経路

Cf7…燃料供給経路

Cf8…吸気経路

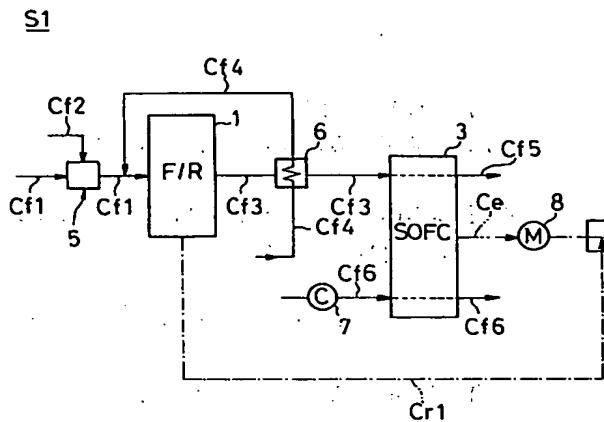
Cf10…排気経路

Ce…電力伝達経路

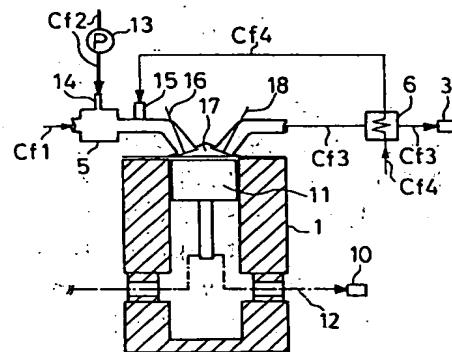
Cd…動力伝達経路

Cr…動力伝達経路

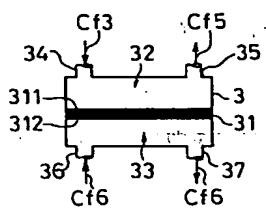
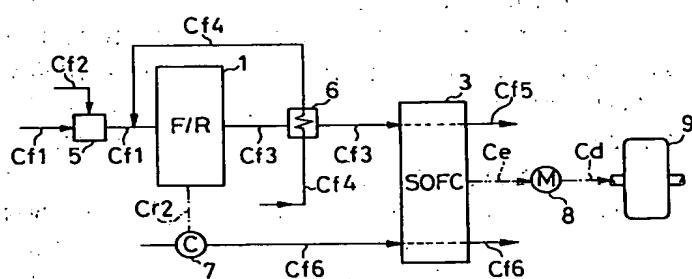
【図1】



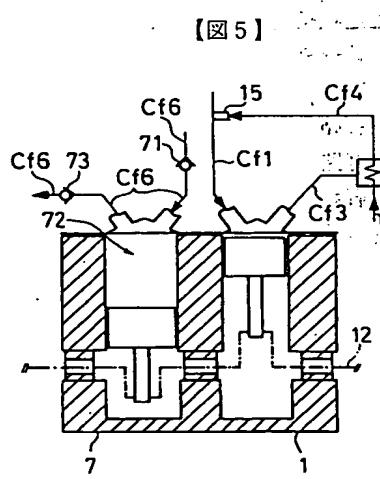
【図2】



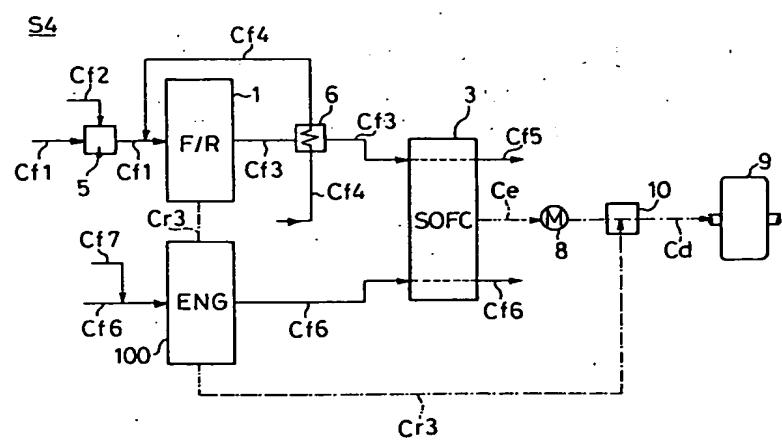
【図3】

S2

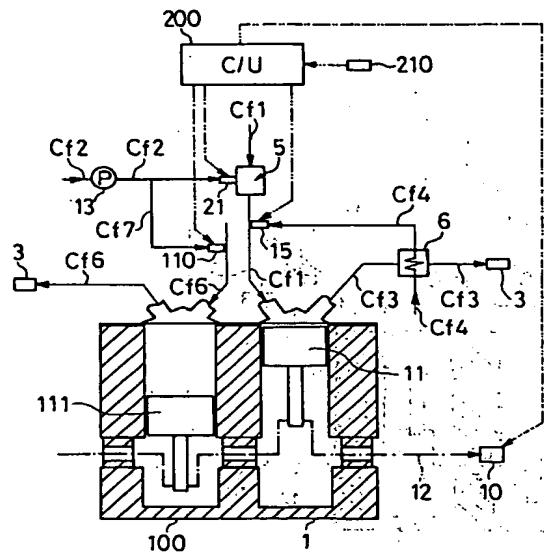
【図4】



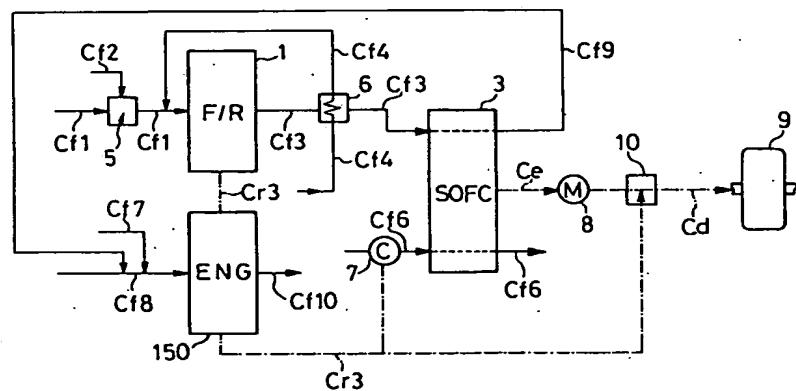
【図6】



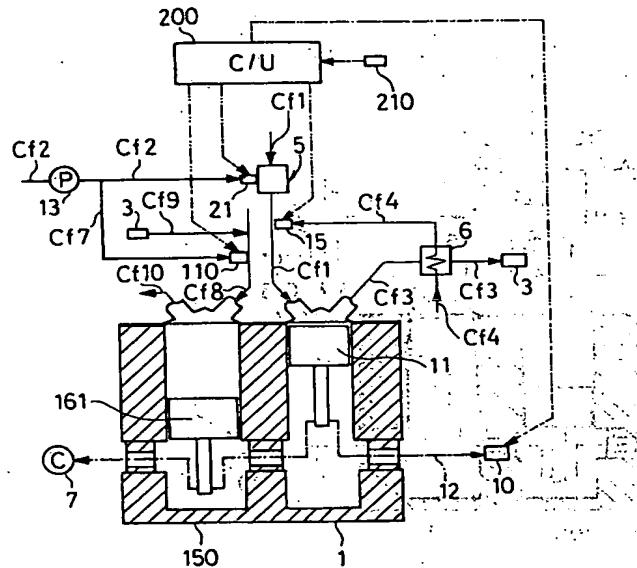
【図7】



【図8】

S5

【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 小松 宏

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72)発明者 石渡 和比古

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

Fターム(参考) 5H026 AA06

5H027 AA06 BA01 BA09 BA20 BC20